

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-315034

(43)Date of publication of application : 13.11.2001

(51)Int.Cl.

B23Q 1/70  
B23H 5/00  
B24B 13/00  
B24B 13/01  
B24B 53/00

(21)Application number : 2000-134427

(71)Applicant : INST OF PHYSICAL & CHEMICAL  
RES  
IKEGAMI KANAGATA KOGYO KK

(22)Date of filing : 08.05.2000

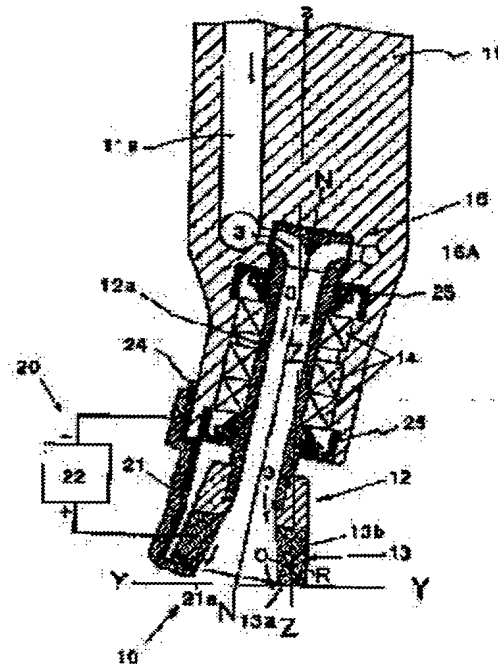
(72)Inventor : OMORI HITOSHI  
YAMAKI HIDENORI

## (54) PRECISE MACHINING TOOL FOR FREE CURVED SURFACE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a precise machining tool for free curved surface efficiently and precisely machining a free curved surface using a three-spindle NC machining device having versatility by limiting a contact face of a tool machining part to a fixed position and range from a spindle center so as to provide a constant peripheral speed and constant drive torque, at the same time improve the precision of the machining position and hold the shape precision of the machining tool contact face.

**SOLUTION:** The precise machining tool for free curved surface precisely machines a surface to be machined by bringing the bottom end in contact therewith by the rotation about the rotary spindle. This tool is provided with a truncated-conical tool 12 having, at least, an annular arc projection face machining part 13 in the bottom, a vertical line Z passing through the lowermost of the annular arc projecting face and the center of the sectional arc, and a bearing 14 supporting the truncated-conical tool and a tool shaft by the rotary spindle N inclined so as to become approximately parallel to the side line of the truncated-conical shape close thereto.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.06.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-315034  
(P2001-315034A)

(43) 公開日 平成13年11月13日 (2001. 11. 13)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-グ-ト* (参考)
B 2 3 Q	1/70	B 2 3 H 5/00	J 3 C 0 4 7
B 2 3 H	5/00	B 2 4 B 13/00	A 3 C 0 4 8
B 2 4 B	13/00	13/01	3 C 0 4 9
	13/01	53/00	D 3 C 0 5 9
	53/00	B 2 3 Q 1/08	Z
審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 9 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-134427(P2000-134427)

(22) 出願日 平成12年5月8日(2000. 5. 8)

(71) 出願人 000006792

理化学研究所

埼玉県和光市広沢2番1号

(71) 出願人 391013069

池上金型工業株式会社

埼玉県久喜市南5丁目5番30号

(72) 発明者 大森 整

埼玉県和光市広沢2番1号 理化学研究所内

(74) 代理人 100097515

弁理士 堀田 実 (外1名)

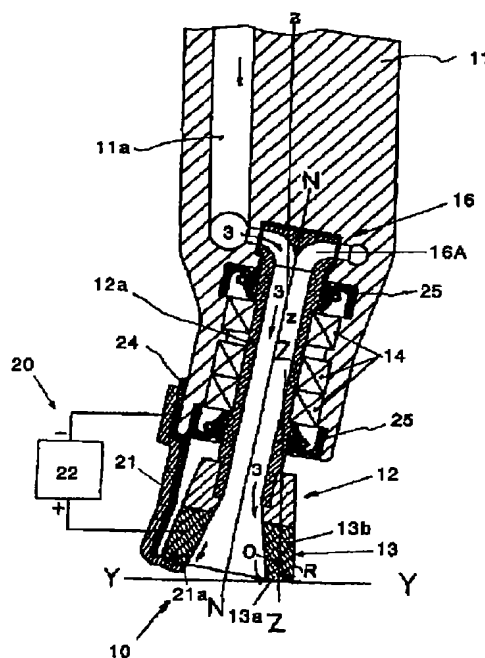
最終頁に続く

## (54) 【発明の名称】 自由曲面精密加工ツール

## (57) 【要約】

【課題】 ツール加工部の接触面を軸心からの一定位置・範囲に限定することにより定周速・定駆動トルクを得ることができ、同時に加工位置の精度向上および加工ツール接触面の形状精度維持ができ、これにより汎用性のある3軸NC加工装置を用いて自由曲面を効率よく、精密加工できる自由曲面精密加工ツールを提供する。

【解決手段】 回転軸まわりの回転により下端部が接触して被加工面を精密加工する自由曲面精密加工ツールであって、少なくとも下方に円環状円弧凸面加工部13を有する円錐台状工具12と、円環状円弧凸面の最下点と断面円弧の中心とを通る鉛直線Zと、直近にある円錐台形部の側線がほぼ平行になるように傾けられた回転軸Nで円錐台状工具と工具軸を支持する軸受14とを有する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転軸まわりの回転により下端部が接触して被加工面を精密加工する自由曲面精密加工ツールであって、

少なくとも下方に円環状円弧凸面加工部(13)を有する円錐台状工具(12)と、該円環状円弧凸面の最下点と断面円弧の中心とを通る鉛直線Zと、直近にある円錐台形部の側線がほぼ平行になるように傾けられた回転軸Nで円錐台状工具と工具軸を支持する軸受(14)とを有する、ことを特徴とする自由曲面精密加工ツール。

【請求項2】 前記円錐台状工具(12)は、前記工具軸と軸受に支持されその回転軸Nを軸心とする円錐台形部(13b)と、該台形部の下方に設けられた円環状円弧凸面加工部(13a)とからなり、該加工部の消耗が鉛直線に沿って進行し、最下点の水平方向位置の狂いが生じない、ことを特徴とする請求項1に記載の自由曲面精密加工ツール。

【請求項3】 前記円環状円弧凸面加工部(13)は、砥石もしくは刃物からなる、ことを特徴とする請求項1記載の自由曲面精密加工ツール。

【請求項4】 前記砥石は、その結合材に金属を含む、ことを特徴とする請求項3記載の自由曲面精密加工ツール。

【請求項5】 前記円環状円弧凸面加工部(13)の内外側に直接、加工に関わらない非加工部を設けた、ことを特徴とする請求項1記載の自由曲面精密加工ツール。

【請求項6】 前記非加工部は、結合材もしくは被加工面を損傷せず、容易に摩耗する材料からなる、ことを特徴とする請求項5記載の自由曲面精密加工ツール。

【請求項7】 前記円錐台状工具(12)を回転軸周りに回転させる駆動手段(16)を有する、ことを特徴とする請求項1記載の自由曲面精密加工ツール。

【請求項8】 前記円錐台状工具の駆動手段(16)は、直結したタービン又はモータ、もしくは、ギヤ、フリクションホイール、フレキシブルジョイント、流体継手等の軸角度変換継手を介して駆動力が伝達されるタービン、モータ又は外部駆動軸からなる、ことを特徴とする請求項7記載の自由曲面精密加工ツール。

【請求項9】 更に、円錐台状工具の円環状曲面加工部(13a)を修正する修正手段を有する、ことを特徴とする請求項1記載の自由曲面精密加工ツール。

【請求項10】 前記修正手段は、砥石もしくは、電解または放電手段、又はこれらの複合手段からなる、ことを特徴とする請求項9記載の自由曲面精密加工ツール。

【請求項11】 前記修正手段は、被加工材の加工と同時に機能する、ことを特徴とする請求項9記載の自由曲面精密加工ツール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、下端部に円環状円

弧凸面加工部を有し自由曲面を精密加工するための自由曲面精密加工ツールに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 図12は、従来の自由曲面加工ツールによる自由曲面の加工を模式的に示している。従来の自由曲面加工ツール1は、例えばボールノーズ砥石またはボールエンドミルであり、下端部に球面状の加工面を有し、軸心zを中心に回転するようになっている。自由曲面2は、例えばモールド成形用金型、非球面レンズ、等であり、自由曲面加工ツール1をその軸心zを中心に高速回転させながら、その下端部を自由曲面2に沿って相対的に移動させて自由曲面2を加工(研削または切削)する。このような加工を繰り返すことにより、金型、非球面レンズ、等の自由曲面を加工ツール1で自由に加工することができる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 上述した自由曲面加工ツール1は、その軸心zを中心に回転するため、軸心(半径0)の位置では、加工面の周速がゼロ(0)となるため、3軸(X-Y-Z)のNC加工装置を用いても、軸心(半径0)の位置が死点となりこの位置では良好な加工ができない問題点がある。そのため、従来は、自由曲面加工ツール1を4~5軸を有する多軸NC加工装置に取り付け、自由曲面がZ軸に垂直になる部分(例えばA部)を加工する際には、加工ツール1の軸心zがZ軸に対して適当な角度を有するようにプログラムを作成していた。しかし、かかるプログラムの作成は複雑・困難であるばかりでなく、軸数の増加は一方で誤差の増大をきたすので、精密加工(高精度・高品位加工)ができる4軸以上の多軸NC加工装置は、高価であり、汎用性に乏しい問題点があった。

【0004】 次に、自由曲面加工ツールにより精密加工を行う場合について説明する。図13は加工部分の図解であり、理解しやすいように多少拡大して描かれている。切り込み量c(加工深さ)が大きい場合(A)は送り方向y(ツール移動方向)が鉛直方向でない限り、送り量d(ツール移動量)の大小に拘わらず接触面eは広がり、主加工部分は軸心zより離れた位置になるので、上述の問題は発生しない。しかし、切り込み量cが小さい場合(B)、即ち、精密加工においては接触面eが狭まり、主加工部分が軸心zに近づく上述の問題が発生する。更に、接触面eが狭まると同時に接触面eの軸心からの距離(回転半径)の大小により周速および必要駆動トルクが大きく変動することになり、加工面の表面粗度のむら、びびり(振動による)、加工精度の低下をきたす問題がある。

【0005】 一方、接触面eの狭まりは加工される自由曲面の特性により、加工ツールの接触位置の局部的集中や偏りをきたし、加工機能(切れ味)の低下部、接触摩耗による変形部が局所に集中し、被加工面にその変形を

逆転写したり、表面を荒らしたりすることになる。研削加工では砥石の適切な摩耗により良好な研削が維持されているのであるから、摩耗による変形の修正（ツルイーイング、ドレッシング）および加工機能の回復のため、常時、高精度の修正が不可欠となる。また、正確な加工位置であるためには、加工ツールの消耗量を設定し、プログラム補正する必要がある。そのため、小刻みな強制的修正が不可欠となり、球面部の大部分がその修正により無駄に消費されてしまうのである。

【0006】図13（C）、（D）は加工軌跡に垂直な断面を示している。ピックフィード $g$ を小さくするか、加工ツールの球面半径を大きくするかして、カブス量 $h$ の微小化または除去を図らなければならないのであるが、加工ツールの球面半径はツール干渉による加工曲面への傷付けを避けることから、自由曲面中にある最小負（凹）曲面の曲率以下でなければならないので、加工時間は増大するものの、ピックフィード $g$ を半ピッチずらしたり小さくする手段を選択させるをえない問題がある。また、加工ツールの球面半径を小さくすることにより、加工位置の精度を向上させることはできるが、反面、上述の如く加工時間が増大する問題がある。

【0007】本発明は、かかる問題点を解決するために創案されたものである。即ち、本発明の目的は、ツール加工部の接触面を軸心からの一定位置・範囲に限定することにより定周速・定駆動トルクを得ることができ、同時に加工位置の精度向上および加工ツール接触面の形状精度維持ができ、これにより汎用性のある3軸NC加工装置を用いて自由曲面を効率よく、精密加工できる自由曲面精密加工ツールを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、回転軸まわりの回転により下端部が接触して被加工面を精密加工する自由曲面精密加工ツールであって、少なくとも下方に円環状円弧凸面加工部（13）を有する円錐台状工具（12）と、該円環状円弧凸面の最下点と断面円弧の中心とを通る鉛直線 $Z$ と、直近にある円錐台形部の側線がほぼ平行になるように傾けられた回転軸 $N$ で円錐台状工具と工具軸を支持する軸受（14）とを有する、ことを特徴とする自由曲面精密加工ツールが提供される。

【0009】本発明の好ましい実施形態によれば、前記円錐台状工具（12）は、前記工具軸と軸受に支持されその回転軸を軸心とする円錐台形部（13b）と、該台形部の下方に設けられた円環状円弧凸面加工部（13a）とからなる。また前記円環状円弧凸面加工部（13）は、砥石もしくは刃物からなる。砥石は、その結合材に金属を含む、ことが好ましい。上記本発明の構成によれば、自由曲面精密加工ツールが下方に円環状円弧凸面加工部を有する円錐台状工具と、鉛直線に対し傾きをもつ回転軸で円錐台状工具と工具軸を支持する軸受とを有しているため、被加工面に接触する工具の加工面は円

錐台状工具（12）の円環状円弧凸面（13a）の最下部に限定され、この部分は円錐台状工具の軸心 $N$ から遠く狭い部分の外径部に位置するため周速・駆動トルクがほぼ一定し、良好な精密加工ができる。また、円環状円弧凸面（13）の垂直断面下方円弧半径を小さくし、加工位置の精度を高めることができると同時に、円錐台状工具の回転軸 $N$ を傾けることにより円環状円弧凸面の前面投影輪郭（ $Y$ 軸方向投影）が楕円形となり、ピックフィードを大きくすることができ、加工時間を短縮できる。このことにより、汎用性のある3軸NC加工装置を用いて、自由曲面を効率よく、精密加工することができる。

【0010】さらに円環状曲面加工部（13）の最下点と垂直断面下方円弧の中心とを通る鉛直線 $Z$ と、直近にある円錐台形部の側線がほぼ平行になるように傾けられているので、加工部の摩耗および修正による消耗が鉛直線に沿って進行し、最下点の水平方向位置は近似的に変わらない。また、鉛直方向の消耗量も周速、駆動トルク、時間の摩耗特性から容易に算出できることから、加工位置の制御プログラムの補正は $Z$ 軸についてのみ行えばよく、しかも、平易に行える。このことにより、円錐台状工具の材料効率よい使用および自由曲面精密加工の3軸NC制御プログラムの作成が平易にできる。

【0011】また、精密加工ではツール加工部の接触面が小さいことから、加工に有効・最小なツール加工部であればよく、ツール加工部の薄肉化により、材料節約および該加工部の高精度管理ができる。しかしながら、反面、振動発生の主原因である剛性不足をきたすことになる。この課題を解決するため、円環状円弧凸面加工部（13）の内外側に直接、加工に関わらない結合材もしくは被加工面を損傷せず、容易に摩耗する材料からなる非加工部を設け、剛性補強を図ったものである。かかる構造の円錐台状工具により、振動発生を防止するのみならず、自由曲面精密加工の更なる精度向上が図れる。

【0012】また、前記円錐台状工具（12）を回転軸周りに回転させる駆動手段を有する。この円錐台状工具の駆動手段は、直結したタービン又はモータ、もしくは、ギヤ、フリクションホイール、フレキシブルジョイント、流体継手、等の軸角度変換継手を介して駆動力が伝達されるタービン、モータ、又は外部駆動軸からなる。この構成により、被加工材と該加工ツールとの干渉もなく、円錐台状工具の回転軸を設定された傾斜角に固定でき、一つの制御軸が省略される。従って、汎用性のある3軸NC加工装置の使用を確実にするものである。

【0013】更に、円錐台状工具の円環状円弧凸面加工部を修正する修正手段を有する。この修正手段は、砥石もしくは、電解または放電手段、又はこれらの複合手段からなることが好ましい。また、前記修正手段は、被加工材の加工と同時に機能するのがよい。この構成により、砥石、電解、放電等の修正手段により、好ましくは

被加工材の加工と同時に円環状円弧凸面加工部を修正することができ、精密加工を長時間継続することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好ましい実施形態を図面を参照して説明する。なお、各図において共通する部分には同一の符号を付して重複した説明を省略する。図1は、本発明による自由曲面精密加工ツールの第1実施形態を示す図である。本発明の自由曲面精密加工ツール10は、回転軸Nまわりの回転により下端部が接

触して被加工面2（図12参照）を加工するようになっている。なお、以下の実施形態では、被加工面2が自由曲面精密加工ツール10の下方に位置し、この自由曲面精密加工ツール10の下端部で加工する場合について説明するが、本発明はこれに限定されず、自由曲面精密加工ツール10の水平または上向きに用いてその水平端部または上端部で加工する場合にもそのまま適用することができる。

【0015】図1に示すように本発明の自由曲面精密加工ツール10は、円錐台状工具12と工具軸12aと軸受14とを有している。円錐台状工具12は、少なくとも下方に円環状円弧凸面加工部13aを有する。また、軸受14は、円環状円弧凸面加工部13aの最下点と断面下方円弧の中心Oを通る鉛直線Zに傾きを持つ回転軸Nで円錐台状工具12を回転可能に支持している。なお、この図で11は、ツール本体であり、NC加工装置のヘッド（図示せず）に取付けられ、その軸心Zを中心に回転できるようにしている。

【0016】更に、この図において、円錐台状工具12は、軸受14に支持され、その回転軸Nを軸心とする円錐台筒部13bと、円錐台筒部13bの下方に設けられた円環状円弧凸面加工部13aとからなる。線Zは、円環状円弧凸面加工部13aの修正による加工位置の水平方向狂いを防ぐため、3軸の鉛直軸であるZ軸と一致させることが好ましい。また、金型のキャビティ等の実際の加工では、自由曲面精密加工ツール10を軸心Zまわりに回転させてツール本体11および円錐台状工具12の干渉を防ぐため、軸心Zと線Zは一致させるか、または近距離に位置することが好ましい。

【0017】円環状円弧凸面加工部13aは、砥石もしくは刃物からなるのがよい。円環状円弧凸面加工部13aが砥石である場合には、その結合材に金属を含むことが好ましい。この構成により、円環状円弧凸面加工部13aで電解ドレッシング加工を行うことができ、精密加工を能率よく行うことができる。軸受14は、ボールベアリング、ローラベアリング、ニードルベアリング、ジャーナルベアリング等が用いられ、円錐台状工具12を回転軸Nを中心に精度よく回転させるようになっている。

【0018】図1において、本発明の自由曲面精密加工

ツール10は、円錐台状工具12を回転軸Nの周りに回転させる駆動手段16を有している。この駆動手段16は、この実施形態では、工具軸12aに取付けられた遠心タービン16Aであり、ツール本体11の導通孔11aから供給される切削液3によりタービン16Aを駆動するようになっている。タービン16Aを通過した切削液3は、工具軸12aの中心孔から円環状円弧凸面加工部13aの表面へ供給される。

【0019】なお、本発明の駆動手段16は、かかる遠心タービンに限定されず、別の形式のタービン又はモータもしくは、ギヤ、フリクションホイール、フレキシブルジョイント、流体継手等の軸角度変換継手および変速機構を介して、駆動力が伝達されるタービン、モータ又は外部駆動軸であってもよい。

【0020】更に、本発明の自由曲面精密加工ツール10は、円錐台状工具12の円環状円弧凸面加工部13aを修正する修正手段20を有する。この修正手段20は、電極21および印加装置22からなる。電極21は、円環状円弧凸面加工部13aと隙間を隔てて対向する円環状円弧凹面21aを有し、その間に導電性液（切削液3）を流すようになっている。また、印加装置22は円環状円弧凸面加工部13aと電極21との間に電圧を印加するようになっている。なお、図1における印加装置22は、ツール本体11の内部を通して、円環状円弧凸面加工部13aと電極21に電氣的に接続し、絶縁部24で絶縁している。

【0021】この構成により、導電性砥石13aにより被加工面を研削しながら同時に導電性砥石13aの表面を電解ドレッシングにより修正することができる。なお、本発明の修正手段20は、かかる構成に限定されず、修正手段20を砥石もしくは、電解または放電手段、又はこれらの複合手段としてもよい。また、本発明の構成によれば、加工工具の回転軸Nの傾きとX-Y-Z軸の方向により、加工前面投影輪郭線の見かけ半径を自在に変えることもできる。

【0022】図2は、本発明の自由曲面精密加工ツールの第2実施形態図である。この例では、円錐台状工具12を回転軸Nの周りに回転させる駆動手段16は、外部駆動軸16Bとフレキシブルジョイント17Aとの組合せからなる。その他の基本構成は図1と同様である。

【0023】図3は、本発明の自由曲面精密加工ツールの第3実施形態図である。この例では、駆動手段16は、直流モータ16Cと傘歯車17Bとの組合せからなる。その他の基本構成は図1と同様である。

【0024】図4は、本発明の自由曲面精密加工ツールの第4実施形態図である。この例では、駆動手段16は、外部駆動軸16Bと傘歯車17Cとの組合せからなる。その他の基本構成は図1と同様である。

【0025】図5は、本発明の自由曲面精密加工ツールの第5実施形態図である。この例では、駆動手段16

は、外部駆動軸16Bと流体継手17Dとの組合せからなる。その他の基本構成は図1と同様である。

【0026】図6は、本発明の自由曲面精密加工ツールの第6実施形態図である。この例の円錐台形工具12では、円環状円弧凸面加工部13aと円錐台形部13bの内側に直接、加工に関わらない非加工部13cが補強材として設けられている。

【0027】図7は、本発明の自由曲面精密加工ツールの第7実施形態図である。この例の円錐台形工具12では、図6と同様に円環状円弧凸面加工部13aと円錐台形部13bの内側に直接、加工に関わらない非加工部13cが補強材として設けられている。図6とは、円錐台形部13bと非加工部13cの断面形状が相違する。

【0028】図8は、本発明の自由曲面精密加工ツールの第8実施形態図である。この例の円錐台形工具12では、円環状円弧凸面加工部13aと円錐台形部13bの外側に直接、加工に関わらない非加工部13cが補強材として設けられている。

【0029】図9は、本発明の自由曲面精密加工ツールの第9実施形態図である。この例の円錐台形工具12では、図8と同様に円環状円弧凸面加工部13aと円錐台形部13bの外側に直接、加工に関わらない非加工部13cが補強材として設けられている。図8とは、円錐台形部13bと非加工部13cの断面形状が相違する。

【0030】図10は、本発明の自由曲面精密加工ツールの第10実施形態図である。この例の円錐台形工具12では、円環状円弧凸面加工部13aと円錐台形部13bの内外側に直接、加工に関わらない非加工部13cが補強材として設けられている。

【0031】図11は、本発明の自由曲面精密加工ツールの第11実施形態図である。この例の円錐台形工具12では、図10と同様に円環状円弧凸面加工部13aと円錐台形部13bの内外側に直接、加工に関わらない非加工部13cが補強材として設けられている。図10とは、円錐台形部13bと非加工部13cの断面形状が相違する。

【0032】上述した本発明の構成によれば、被加工面に接触する工具の加工面は円錐台状工具12の円環状円弧凸面13aの最下部に限定され、この部分は円錐台状工具の軸心Nから遠く狭い部分の外径部に位置するため周速・駆動トルクがほぼ一定し、良好な精密加工ができる。

【0033】また、円環状円弧凸面13の垂直断面下方円弧半径を小さくし、加工位置の精度を高めることができると同時に、円錐台状工具の回転軸Nを傾けることにより円環状円弧凸面の前面投影輪郭(Y軸方向投影)が横楕円となり、ピックフィードを大きくすることができ、加工時間を短縮できる。このことにより、汎用性のある3軸NC加工装置を用いて、自由曲面を効率よく、精密加工することができる。

【0034】さらに円環状曲面加工部13の最下点と垂直断面下方円弧の中心とを通る鉛直線Zと、直近にある円錐台形部の側線がほぼ平行になるように傾けられているので、加工部の摩耗および修正による消耗が鉛直線に沿って進行し、最下点の水平方向位置は近似的に変わらない。また、鉛直方向の消耗量も周速、駆動トルク、時間の摩耗特性から容易に算出できることから、加工位置の制御プログラムの補正はZ軸についてのみ行えばよく、しかも、平易に行える。このことにより、円錐台状工具の材料効率よい使用および自由曲面精密加工の3軸NC制御プログラムの作成が平易にできる。

【0035】また、円環状円弧凸面加工部13の内外側に直接、加工に関わらない結合材もしくは被加工面を損傷せず、容易に摩耗する材料からなる非加工部を設け、剛性補強を図った構造の円錐台状工具により、振動発生を防止するのみならず、自由曲面精密加工の更なる精度向上が図れる。

【0036】また、種々の円錐台状工具の駆動手段により、被加工材と加工ツールとの干渉もなく、円錐台状工具の回転軸を設定された傾斜角に固定でき、一つの制御軸が省略される。従って、汎用性のある3軸NC加工装置の使用を確実にするものである。

【0037】更に、円錐台状工具の円環状円弧凸面加工部を修正する修正手段を有する構成により、砥石、電解、放電等の修正手段により、好ましくは被加工材の加工と同時に円環状円弧凸面加工部を修正することができ、精密加工を長時間継続することができる。

【0038】なお、本発明は上述した実施形態及び実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変更できることは勿論である。

【0039】

【発明の効果】上述したように本発明は、高精度、高品位な加工、すなわち精密加工における諸問題を解決するために、(1)加工周速とトルク、(2)加工工具の整形、(3)加工位置の精度、の3つの観点をもって創案されたものである。

【0040】すなわち本発明により以下の効果が得られる。

(1) 軸心における周速が0となる球状工具の欠点が、本発明の構成により解決される。

(2) 球状工具の加工位置(接触角)の相違により回転半径は相違し、周速・トルクが大きく変動する問題が、解決される。

(3) 切り込み量が小さい場合、自由曲面の形状的特性により発生する球状工具の加工位置の偏り、不確実性の問題が、本発明の構成により解決される。

(4) 加工工具の消耗の方向付けと計量を可能にし、加工位置の精度を高めるプログラム補正作業が単純化される。

(5) 加工工具の加工部の最小化、位置限定により、加

工工具の修正作業の敏速性と精度を高め、よりELID研削の効果が発揮できる。

(6) 加工工具の回転軸の傾きとX-Y-Z軸の方向により、加工前面投影輪郭線の見かけ半径を自在に変えることができる。すなわち加工工具の回転軸zをZ軸回りに旋回する制御軸を追加することにより、加工進行中に自由凹曲面の曲率に対応して、加工工具のY軸方向投影曲率を自在に変え、ビックフィードの調節、加工工具の干渉を防ぐ効果を得ることができる。このことは加工前に設定した加工工具を終了まで一貫して使用でき、加工工具の取り替えなど、加工工程の断点における誤差発生を防止することができる。

(7) 加工工具の2ピース化、内外面の補強、サンドイッチ構造などの本発明の構成により、工具加工部の薄肉化ができ、高価な研削材の節約と同時に精密な加工が可能となる。

(8) 加工工具の回転軸が加工のために1つのみであり、駆動力を傾きを有する回転軸に伝達する種々の機構を選択できる。

【0041】従って、本発明の自由曲面精密加工ツールは、ツール加工部の接触面を軸心からの一定位置・範囲に限定することにより定周速・定駆動トルクを得ることができ、同時に加工位置の精度向上および加工ツール接触面の形状精度維持ができ、これにより汎用性のある3軸NC加工装置を用いて自由曲面を効率よく、精密加工できる、等の優れた効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による自由曲面精密加工ツールの第1実施形態を示す図である。

【図2】本発明の自由曲面精密加工ツールの第2実施形態図である。

【図3】本発明の自由曲面精密加工ツールの第3実施形態図である。

【図4】本発明の自由曲面精密加工ツールの第4実施形態図である。

【図5】本発明の自由曲面精密加工ツールの第5実施形態図である。

【図6】本発明の自由曲面精密加工ツールの第6実施形態図である。

【図7】本発明の自由曲面精密加工ツールの第7実施形態図である。

【図8】本発明の自由曲面精密加工ツールの第8実施形態図である。

【図9】本発明の自由曲面精密加工ツールの第9実施形態図である。

【図10】本発明の自由曲面精密加工ツールの第10実施

形態図である。

【図11】本発明の自由曲面精密加工ツールの第11実施形態図である。

【図12】従来の自由曲面加工ツールによる自由曲面加工を模式図である。

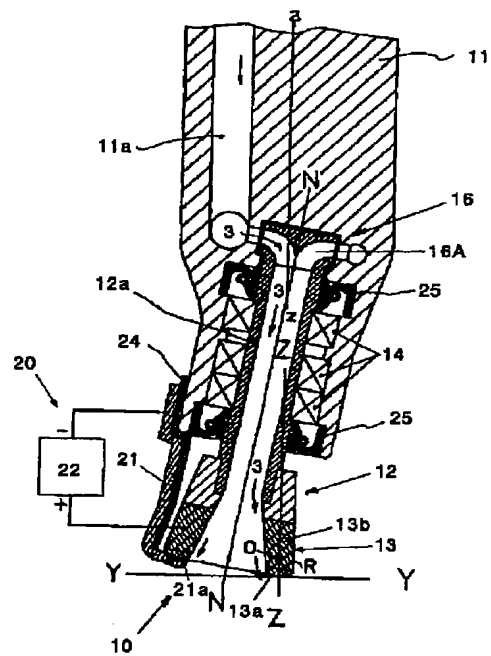
【図13】図12の加工部分の説明図である。

【符号の説明】

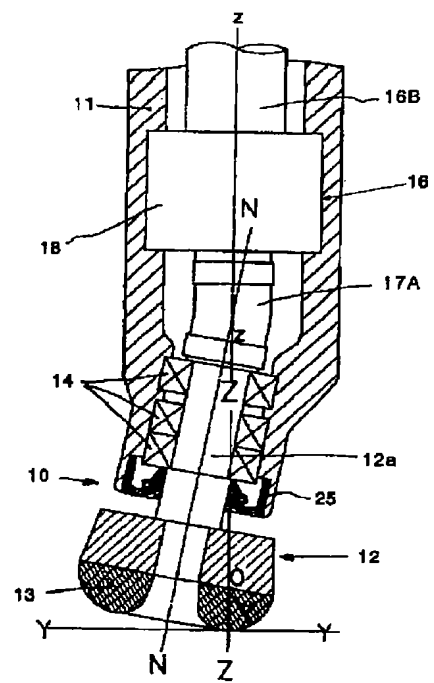
- 1 自由曲面加工ツール
- 2 自由曲面
- 3 切削液
- 10 自由曲面精密加工ツール
- 11 ツール本体
- 11a 導通孔
- 12 円錐台形工具
- 13, 13a 円環状円弧凸面加工部
- 13b 円錐台筒部(円錐台形部)
- 13c 補強材
- 14 軸受
- 16 駆動手段
- 16A タービン
- 16B 外部駆動軸
- 16C モータ
- 17A フレキシブルジョイント
- 17B 内歯車列
- 17C 傘歯車列
- 17D 流体継手
- 18 変速機構
- 20 修正手段
- 21 電極
- 21a 電極の球面状内面部
- 22 印加装置
- 24 絶縁部
- 25 シールバックシン
- 26 ベアリング
- c 切り込み量
- d 送り量
- e 接触面
- g ビックフィード
- h カブス量
- y 送り方向
- N 回転軸
- X, Y 水平方向軸(直角座標系における)
- Z 鉛直軸
- z 自由曲面加工ツールの軸心
- O 円弧の中心
- R 円弧の半径



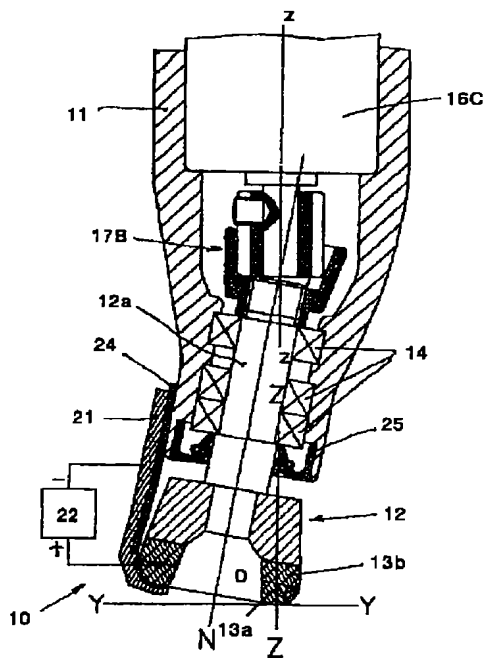
【圖 1】



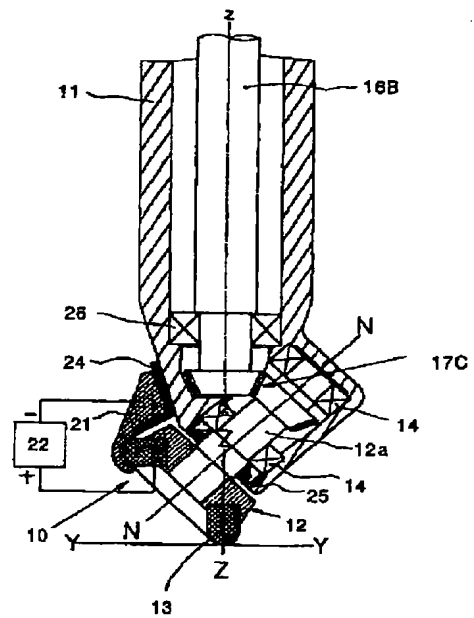
【図2】



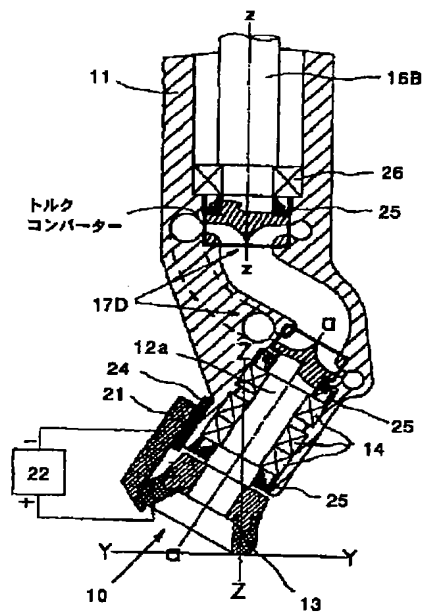
【図 3】



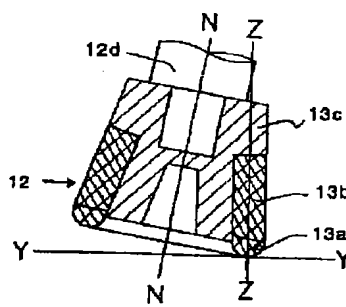
【図4】



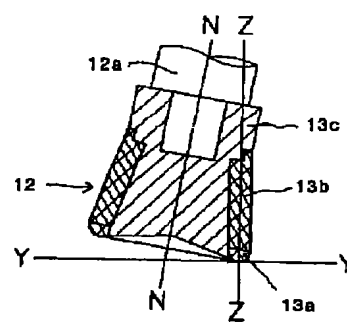
【図5】



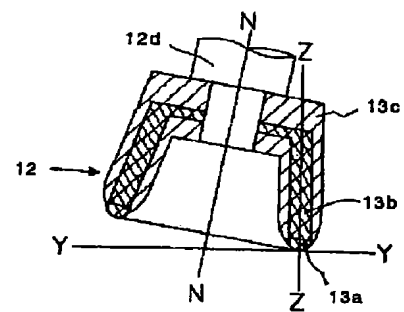
【図6】



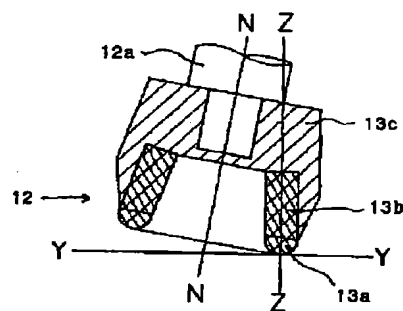
【図7】



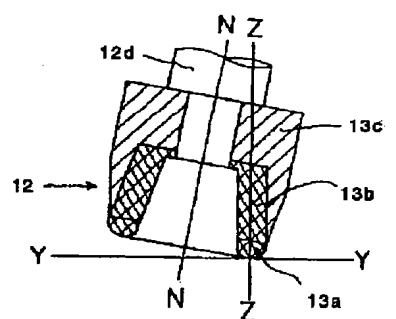
【図10】



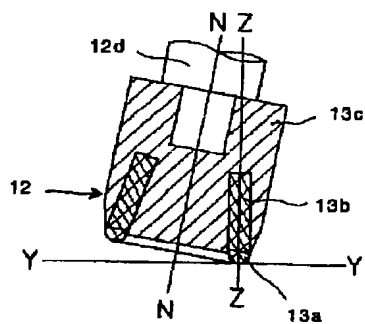
【図8】



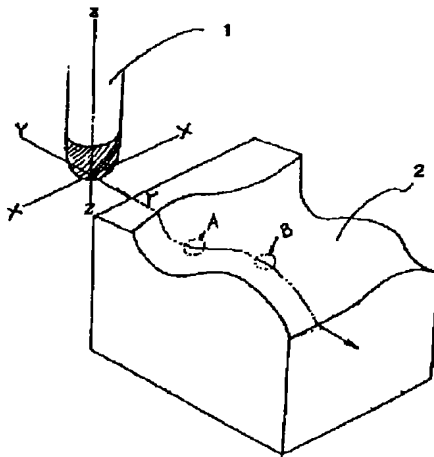
【図9】



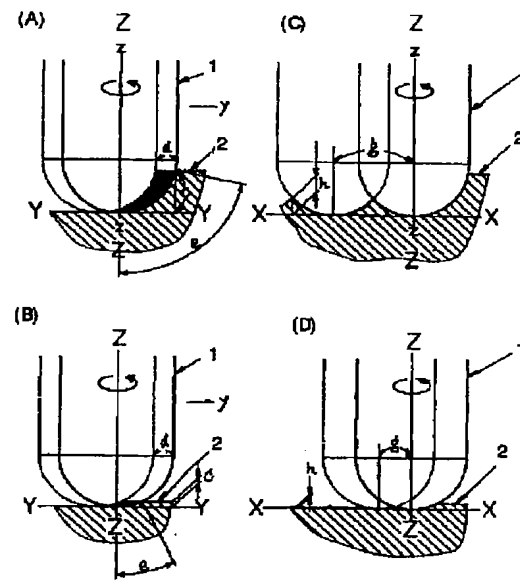
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 山木 英教  
埼玉県久喜市南5-5-30 池上金型工業  
株式会社内

Fターム(参考) 3C047 AA13 AA16 AA25 AA26  
3C048 BB14  
3C049 AA04 AA09 AA19 CB01  
3C059 AA02 AB01 HA08